

**LAPORAN TUGAS
PRARANCANGAN PABRIK *N-METHYLANILINE*
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi
Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**


Oleh :
Fajar Putra Atmaja
D 500 100 047

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN
PRARANCANGAN PABRIK *N-METHYLANILINE*
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN
PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :
Fajar Putra Atmaja
D 500 100 047

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :
Dosen Pembimbing


Ir. H. Haryanto AR., M.S.
NIP. 196.307.051.990.031.002

HALAMAN PENGESAHAN
PRARANCANGAN PABRIK *N*-METHYLANILINE
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Oleh :
FAJAR PUTRA ATMAJA
D 500 100 047

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 22 Oktober 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Haryanto AR, M.S
(Anggota II Dewan Penguji)


()

()

()



Dekan,

()
Ir. Sri Supriatno, M.T., Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk mencapai gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya, tidak terdapat karya orang lain atau pendapat yang pernah diterbitkan atau ditulis, kecuali dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, November 2016

Penulis



FAJAR PUTRA ATMAJA

D 500 100 047

PRARANCANGAN PABRIK *N-METHYLANILINE*
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Abstrak

Pabrik *n-methylaniline* dengan bahan baku *chlorobenzene* dan *methylamine* yang memiliki kapasitas sebesar 35.000 ton/tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun. Proses pembuatan *n-methylaniline* dilakukan dalam reaktor alir tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan koil pemanas. Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-cair, *irreversible*, endotermis dengan kondisi *isothermal* pada suhu 215°C dan pada tekanan 68 atm. Pabrik ini digolongkan beresiko tinggi karena kondisi operasi pada tekanan 68 atm

Kebutuhan bahan baku *methylamine* sebesar 1.103,404 kg/jam dan *chlorobenzene* sebesar 3.989,912 kg/jam. Bahan baku penunjang NaOH 50 % sebesar 1406,811 kg/jam dan kebutuhan katalis 1.547,59 kg/jam. Produk berupa *n-methylaniline* sebesar 4.419,192 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air diperoleh dari sungai sebesar 9.730,9745 kg/jam dan penyediaan *saturated steam* sebesar 3.655,2724kg/jam yang diperoleh dari boiler dengan bahan bakar solar sebesar 965,8 liter/jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan generator set sebesar 8000 kW sebagai cadangan bahan bakar 796,39 kg/jam. Pabrik ini didirikan dikawasan industri, Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 30.000 m² dan jumlah karyawan sebanyak 160 orang.

Pabrik *n-methylaniline* yang didirikan memerlukan modal tetap sebesar Rp.767.364.832.305 dan modal kerja sebesar Rp 186.139.805.917. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajakRp.346.347.211.207 /tahun setelah dipotong pajak 30% keuntungan mencapaiRp242.443.047.845 /tahun. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 45,13% dan setelah pajak 31,59%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 1,81tahun dan setelah pajak 2,4tahun. *Break Even Time* (BEP) sebesar 44,59%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 26,26%. *Discounted CashFlow* (DCF) terhitung sebesar 38,7%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata Kunci : *N-Methylaniline*, *methylamine*, katalis

Abstract

N-methylaniline factory with raw materials *chlorobenzene* and *methylamine* which has a capacity of 35,000 tons / year is planned to operate for 330 days / year. The process of making *n-methylaniline* carried out in a stirred tank flow reactor equipped with a heating coil. In the reactor the reaction at liquid-

liquid phase, irreversible, endothermic with isothermal conditions at a temperature of 215°C and at a pressure of 68 atm. This plant is classified at high risk because of the operating conditions at a pressure of 68 atm

Methylamine raw material requirements of 1103.404 kg/hr and *chlorobenzene* amounted to 3989.912 kg/hour. Supporting materials NaOH 50% at 1406.811 kg/h and needs a catalyst 1547.59 kg/hour. Products such as *n-methylaniline* amounted to 4419.192 kg/hour. Support utilities includes supplying process water extracted from the river of 9730.9745 kg/hour and the supply of saturated steam at 3655.2724 kg/hour obtained from the boiler with diesel fuel amounted to 965.8 liters/hour, demand for electricity is obtained from the PLN and generator set of 8,000 kW as fuel reserves 796.39 kg/hour. The factory was established industrial region, Gresik, East Java, with a land area of 30,000 m² and total number of employees 160 people.

Factory *n-methylaniline* established require a fixed capital of Rp.767.364.832.305 and working capital of Rp 186 139 805 917. From the economic analysis of this plant demonstrates a pretax profit Rp.346.347.211.207 / year after tax 30% profit reached Rp 242 443 047 845 / year. Percent Return On Investment (ROI) before tax after tax 45.13% and 31.59%. Pay Out Time (POT) before tax for the year of 1.81 and 2.4 years after tax. Break Even Time (BEP) amounted to 44.59%, and Shut Down Point (SDP) amounted to 26.26%. Discounted Cash Flow (DCF) accounted for 38.7%. From the data above feasibility analysis concluded that the plant is profitable and feasible to set.

Keywords :*N-Methylaniline, methylamine, catalyst*

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Kebutuhann-*methylaniline* di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat dengan berkembangnya industri tekstil, karet, makanan, dan kosmetik di Indonesia yang membutuhkan bahan baku-*methylaniline*. Selain dari pada itu-*methylaniline* belum diproduksi di dalam negeri sehingga untuk mencukupi kebutuhan di dalam negeri masih didatangkan dari luar negeri.

Pendirian pabrik-*methylaniline* ini dapat mengurangi impor dalam negeri meskipun bahan baku masih didatangkan dari luar negeri diharapkan dapat memberi keuntungan finansial. Selain itu dapat membantu pemerintah dalam mengatasi masalah tenaga kerja dan sekaligus dapat mendukung berkembangnya industri-industri di Indonesia.

Dari uraian di atas maka pabrik-*methylaniline* layak dan perlu didirikan di Indonesia.

1.2. Kapasitas Pabrik

Berdasarkan data impor dari Biro Pusat Statistik di Indonesia dari tahun 2009 – 2013, kebutuhan *n-methylaniline* adalah sebagai berikut :

Tabel 1.1 Data Kebutuhan *N-Methylaniline* di Indonesia

No	Tahun	Jumlah Ton/Tahun
1	2009	6.271,06
2	2010	7.241,98
3	2011	14.726,22
4	2012	20.728,5
5	2013	24.939,87

Sumber (Biro Pusat Statistik Indonesia, data tahun 2009-2013)

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada tabel 1.1. data impor Indonesia terhadap *n-methylaniline* mengalami pasang surut. Namun kebutuhan *n-methylaniline* diprediksikan akan mengalami peningkatan pada tahun-tahun berikutnya,

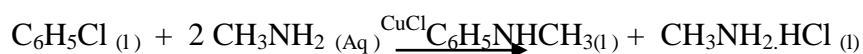
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pabrik *n-methylaniline* ini direncanakan akan didirikan di Gresik Jawa Timur. Beberapa pertimbangan diantaranya ketersediaan bahan baku, dekat daerah pemasaran, sarana transportasi, daerah pemasaran, penyediaan utilitas dan tenaga kerja.

1.4. Tinjauan Pustaka

Pada proses pembuatan *n-methylaniline* dari *chlorobenzene* dan *methylamine* berlangsung pada suhu 215°C dan tekanan 62-74 atm dengan menggunakan katalis kupri klorida (CuCl).

Adapun persamaan reaksinya sebagai berikut :



Senyawa $\text{CH}_3\text{NH}_2\cdot\text{HCl}$ (l) dapat dipisahkan dari HCl nya dengan mereaksikannya dengan senyawa basa seperti natrium hidroksida menjadi 2 CH_3NH_2 (l) dan NaCl. Natrium hidroksida yang ditambahkan dibatasi sampai konsentrasi 50 % berat agar katalis kupri klorida-nya tidak terkondensasi. Kehadiran NaCl jenuh terlarut dalam air tidak mempengaruhi jalannya reaksi di reaktor. (Groggins, 1952).

DISKRIPSI PROSES

2.1. Dasar Reaksi

Dasar reaksi pembentukan *n-methylaniline* adalah reaksi aminolysis antara *chlorobenzene* dan *methylamine* yang melibatkan katalis kupri klorida. Reaksinya adalah reaksi katalitik heterogen terjadi antara fase cair dan cair dengan katalis padat menghasilkan produk cair.

2.2. Kondisi Operasi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hughes kondisi optimum proses diperoleh sebagai berikut :

Tipe katalis	: Kupri klorida (CuCl)
Jumlah katalis	: 0,4–0,6 mole/mole <i>chlorobenzene</i>
Suhu reaksi	: 215 °C
Konsentrasi <i>methylamine</i>	: 60 % b/b
Perbandingan mol <i>chlorobenzene</i> terhadap <i>methylamine</i>	: 1 : 5
waktu tinggal reaktor	: 30 menit
konversi <i>chlorobenzene</i>	: 90,00%

(C. Hughes, 1950)

2.3. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika, maka dapat diketahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis). Reaksi yang terjadi pada perancangannya *n-methylaniline* adalah reaksi endotermis. Hal ini dapat dibuktikan dari perhitungan ΔH reaksi pada 298°C.

Data-data :

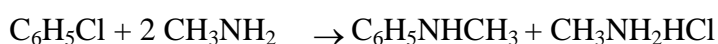
$$\Delta H_f^\circ \text{ chlorobenzene} = 51,87 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ methylamine} = -23,03 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ n-methylaniline} = 85,41 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ CH}_3\text{NH}_2\text{HCl} = -29,994 \text{ KJ/mol}$$

Reaksi :



$$\begin{aligned}(\Delta H)_{\text{reaksi}} &= (\Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}) \\&= (85,41 + (-29,994)) - (51,87 + 2 \cdot (-23,03)) \\&= 49,6060 \text{ KJ/mol}\end{aligned}$$

ΔH bernilai positif, sehingga reaksi berlangsung endotermis.

Untuk mengetahui apakah reaksi merupakan reaksi dapat balik atau searah dapat diketahui dari harga kesetimbangan (K) menurut persamaan :

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

Pengaruh suhu pada konversi kesetimbangan dinyatakan dalam persamaan

Van't Hoff :

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

Dimana ΔG° untuk masing-masing komponen adalah :

$$\Delta G^\circ \text{ chlorobenzene} = 102 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ \text{ methylamine} = 28,53 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ \text{ n-methylaniline} = 99,16 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ \text{ CH}_3\text{NH}_2\text{HCl} = 32,26 \text{ KJ/mol}$$

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= \Delta G \text{ produk} - \Delta G \text{ reaktan} \\&= (32,26 + 99,16) - (102 + 2 \cdot 28,53) \\&= -27,64 \text{ KJ/mol}\end{aligned}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$-27,64 = -0,008314 \cdot 298 \cdot \ln K$$

$$\ln K = 11,156$$

$$K = 69.988,3$$

$$\ln \frac{K_{T_{operasi}}}{K_{298}} = \frac{-\Delta H^{\circ}_{298}}{R} \left(\frac{1}{T_{operasi}} - \frac{1}{298} \right)$$

$$\ln \frac{K_{T_{operasi}}}{K_{298}} = \frac{-109,59}{R} \left(\frac{1}{488} - \frac{1}{298} \right)$$

$$\ln \frac{K_{T_{operasi}}}{69988,3} = \frac{-109,59}{0,008314} \left(\frac{1}{488} - \frac{1}{298} \right)$$

$$\ln K = 28,376$$

$$K = 2,12 \times 10^{12}$$

Harga K yang sangat besar mengindikasikan reaksi pembentukan *n-methylaniline* bersifat searah (*irreversible*).

SPESIFIKASI ALAT UTAMA PROSES

1. Reaktor (R-01)

Tugas : Mereaksikan *methylamine* dengan *chlorobenzene* menjadi *n-methylaniline* dan *methylamine hydrochloride*

Jenis : RATB dilengkapi koil Pemanas

Kondisi opr. : 215 °C, 68 atm

Spesifikasi :

shell

- Diameter : 1,77m
- Tinggi : 3,55 m
- Tebal : 3,50 in

head dan bottom reaktor

- Tinggi : 1,04 m
- Tebal : 3,00 in
- Jenis : *Hemispherical head*

Pemanas

- Koil
- diam. Lilitan : 1,78 m

- jumlah lilitan : 61
- ukuran koil : 3/4 in IPS,Sch 40

isolasi

- jenis bahan : *Silicon Carbide Brick*
- tebal isolasi : 0,12 m

pengaduk

- jenis : *six blade turbine*
- jumlah : 3 buah
- diameter : 0,6 m
- kec. Putar : 119,04 rpm
- motor : 12 hp

baffle

- jumlah : 4
- lebar : 0,1 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel SA 316I AISI*

2. Dekanter-01 (H-01)

Tugas : Memisahkan fase terlarut dalam air dengan yang tidak terlarut dalam air dari cairan keluar reaktor

Kondisi operasi : 187,3 °C, 31 Atm

Jenis : horizontal silinder

Volume : 8 m³

Diameter dalam : 1,54 m

Panjang : 4,61 m

Tebal *shell* : 1,5 in

Tebal *head* : 2,00 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless Steel

3. Menara Distilasi (D-01)

Tugas : Memisahkan produk *n-methylaniline* dengan *chlorobenzene*

Jenis : *Sieve tray distillation column.*

Kondisi. :

- Umpan
Suhu : 187,3 °C
Tekanan : 1,1 Atm
- Destilat
Suhu : 135,5 °C
Tekanan : 1,02 Atm
- Bawah
Suhu : 204,8 °C
Tekanan : 1,22 Atm

Spesifikasi :

shell

- a. Diameter puncak menara : 1,56 m
- b. Diameter dasar menara : 1,96 m
- c. Tinggi menara : 9,81 m
- d. tebal : 0,25 in

tray

- e. jenis : *sieve tray*
- f. *Tray spacing* : 0,45 in
- g. jmlah plate aktual : 9

Jumlah : 1 buah

Bahan : *carbon steel SA - 283 grade C*

4. Netraliser (N-01)

Tugas : Mereaksikan *methylamine hidrochloride* dengan NaOH menjadi NaCl, *methylamine* dan Air

Jenis : RATB dilengkapi koil pendingin

Kondisi : 30 °C, 2 atm

Spesifikasi :

shell

- a. Diameter dalam : 1,77 m

b. Tinggi : 3,41 m

c. Tebal : 0,18 in

head dan bottom reaktor

d. Tinggi : 0,3 m

e. Tebal : 0.16 in

f. Jenis : *thorisperical dished head*

koil

g. diam. lilitan : 1,70 m

h. jumlah lilitan : 482

i. ukuran koil : 1 in IPS, sch. no 40

pengaduk

j. jenis : *six blade turbine*

k. jumlah : 2 buah

l. diameter : 0,56 m

m. kec. putar : 93,71 rpm

n. motor : 5 Hp

baffle

o. jumlah : 4

p. lebar : 0,1 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon Steel*

5. Centrifugal Filter-01 (CF-01)

Tugas : Memisahkan Padatan NaCl dari filtratnya

Jenis : *Continous Centrifugal filter*

Kapasitas : 1,73 ton padatan /jam

Diameter bowl: 0,45 m

Panjang bowl : 1,14 m

Putaran : 3500 rpm

Power : 2 Hp

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless Steel*

6. Stripper-01 (ST-01)

Tugas : Menguapkan semua *methylamine* untuk diumpankan ke dalam Mixer (M-01) sebagai *recycle*

Kondisi Operasi :

- Umpan
Suhu : 30 °C
Tekanan : 2 Atm
- Atas
Suhu : 54,18 °C
Tekanan : 2 Atm
- Bawah
Suhu : 120,75 °C
Tekanan : 2 Atm

Diameter : 1,11 m

Tinggi Packing : 3 m

Tinggi stripper : 4,54 m

Jenis bahan isian : berl saddles $\frac{1}{4}$ ''

Tebal shell : 0,2 in

Tebal head : 0,2 in

Bahan : *Stainless steel*.

7. Evaporator-01 (Ev-01)

Tugas : Mengurangi kadar air dan untuk memekatkan katalis *solution*

Jenis : *Single Effect Forward Feed Evaporator, Long Tube vertical Evaporator*

Kondisi Operasi

- Masuk : 57 °C ; 0,23 Atm
 - Keluar : 63,55 °C ; 0,23 Atm
- Diameter : 1,12 m
- Tinggi total : 7,6 m
- Tebal head : 0,19 in

Tebal shell : 0,19 in

Tinggi head : 0,14 in

Bahan : *Stainless steel*

8. Mixer-01 (M-01)

Tugas : Mencampur arus *methylamine* segar dengan arus *recycle Catalyst Solusion* untuk diumpankan ke Reaktor (R-01)

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Kondisi : 40,43 °C, 5 atm

Ukuran :

- Diameter : 1,35 m
- Tinggi: 2,61 m
- Tebal shell: 0,25 in
- Tebal head : 0,31 in

Pengaduk : Jenis propeller

- a. Diameter impeller : 1,40 m
- b. Kecepatan pengadukan : 101,18 rpm
- c. Jumlah Pengaduk : 2 buah

Bahan : *Stainless steel SA 316I AISI*

Motor : 3 Hp

Jumlah : 1 buah

UNIT PENDUKUNG DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Unit pendukung proses (unit utilitas) merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik *n-methylaniline* antara lain :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air

Berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan *boiler* dan air sanitasi untuk air perkantoran dan air untuk perumahan.

2. Unit penyediaan *steam*

Digunakan untuk proses pemanasan di *heater*

3. Unit penyediaan listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses maupun penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan *generator set* sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

4. Unit penyediaan bahan bakar

Berfungsi menyediakan bahan bakar untuk *boiler* dan *generator*

5. Unit pengolahan limbah

Berfungsi untuk mengolah limbah pabrik baik yang berupa padat, cair maupun gas

6. Unit penyediaan udara tekan

Berfungsi sebagai penyedia udara tekan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol pneumatik. Alat penyediaan udara tekan berupa kompresor dan tangki udara.

4.2 Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Dan peran lain laboratorium adalah pengendalian pencemaran lingkungan, baik udara maupun cair. Laboratorium kimia mempunyai sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas produksi perusahaan. Analisa dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku, analisa proses, dan analisa kualitas produk. Laboratorium mempunyai tugas pokok antara lain:

- i. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan yang berasal dari PT. Aneka Gas Industri, agar diuji kualitasnya untuk dijadikan pedoman apakah bahan baku sudah sesuai dengan spesifikasi yang akan digunakan dalam proses
- ii. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan terhadap kandungan impuritasnya (H_2O)
- iii. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi
- iv. Memeriksa polusi dan limbah yang dihasilkan

ANALISIS EKONOMI

Pabrik *n-methylaniline* dari *chlorobenzene* dan *methylamine* digolongkan kedalam pabrik beresiko tinggi karena beroperasi pada tekanan diatas atmosferis. Untuk mendapatkan bahan bakunya pun harus dari luar negeri akan tetapi untuk pemasaran produknya mempunyai prospek yang baik, karena kebutuhan *n-methylaniline* terus meningkat di tahun-tahun mendatang. Evaluasi ekonomi terhadap pabrik ini diperoleh data sebagai berikut :

Pabrik *n-methylaniline* digolongkan pabrik memiliki kondisi operasi yang tinggi yaitu pada suhu 215°C dan tekanan 68 atm. Hasil analisis kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut :

1. Keuntungan sebelum pajak Rp346.347.211.207 per tahun
Keuntungan setelah pajak Rp242.443.047.845 per tahun
2. ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak 45,13%
ROI sesudah pajak 31,59%
ROI sebelum pajak untuk pabrik berisiko tinggi minimal 44%. (Aries & Newton.1955)
3. POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak 1,81tahun
POT sesudah pajak 2,40 tahun
POT sebelum pajak untuk pabrik berisiko tinggi maksimal 2 tahun.
4. BEP (*Break Even Point*) adalah 44,59% dan SDP (*Shut Down Point*) adalah 26,26%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40% - 60%
5. DCF (*Discounted Cash Flow*) adalah 38,69%
6. Berdasarkan pertimbangan bahwa ROI, BEP, dan DCF untuk pabrik berisiko tinggi dikarenakan tekanan operasinya diatas tekanan atmosfer namun perhitungannya memenuhi standar, sehingga pabrik *n-methylaniline* ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

Air Products Chemical, www.airproducts.co.id, diakses pada tanggal 7 Mei 2014.
Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, “*Chemical Engineering Cost Estimation*”, McGraw-Hill Book Company, New York.

- Brown, G.G., 1950, "*Unit Operation*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering*", Vol. 6, Pergamon Press, Oxford.
- Dow Chemical. www.dow.com, diakses pada tanggal 7 Mei 2014.
- Everett C. Hughes, Franklin Veatch, and Valeria Elersich, 1950, "*N-Methylaniline from Chlorobenzen and Methylamin*" "Ind.Eng.Chem, vol 42, no.5
- Googins, P.H. 1995."Unit Process In Organic Synthesis", McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Kern, D.Q., 1950, "*Process Heat Transfer*", McGraw-Hill International Book Company, Inc., New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1952, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3rd ed., Vol. 3, The Inter Science Encyclopedia, Inc., New York.
- Ludwig, E.E., 1965, "*Applied Process Design and Petrochemical Plants*", Vol. 1 – 3, Gulf Publishing Co., Houston.
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1984, "*Perry's Chemical Engineers' Handbook*", 7th ed., McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1980, "*Plant Design and Economic for Chemical Engineers*", 3rd ed., McGraw-Hill, Auckland.
- Powell, S.T., 1954, "*Water Conditioning for Industry*", McGraw-Hill Book Company, Tokyo.
- PT Asahimas Chemical, www.asc.co.id, diakses pada tanggal 7 Mei 2014.
- PT. Tenang Jaya Sejahtera, www.tenangjaya.co.id, diakses pada tanggal 7 Mei 2014.
- Rase, H.F., 1977, "*Chemical Reactor Design for Process Plant, Volume One : Principles and Techniques*", John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Treybal, R.E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3 ed., Mc.Graw Hill, Kogakusha, Ltd., Tokyo
- Ulrich, G.D., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Willey and Sons, New York

Yaws, 1999, "*Thermodynamic and Physical Properties Data*", Mc Graw Hill Book Co. Singapore

<http://martche.com/EquipCost>. "*Harga Alat-alat Proses*". Diakses tanggal 6 Mei 2015.

https://www.bps.go.id/all_newtemplate.php "Tabel Eskpor-Import N-metilanilin". Diakses tanggal 23 Mei 2014.

<http://www.the-inovation-group.com> . "Produsen N-metilanilina di Dunia". Diakses 7 Mei 2014.